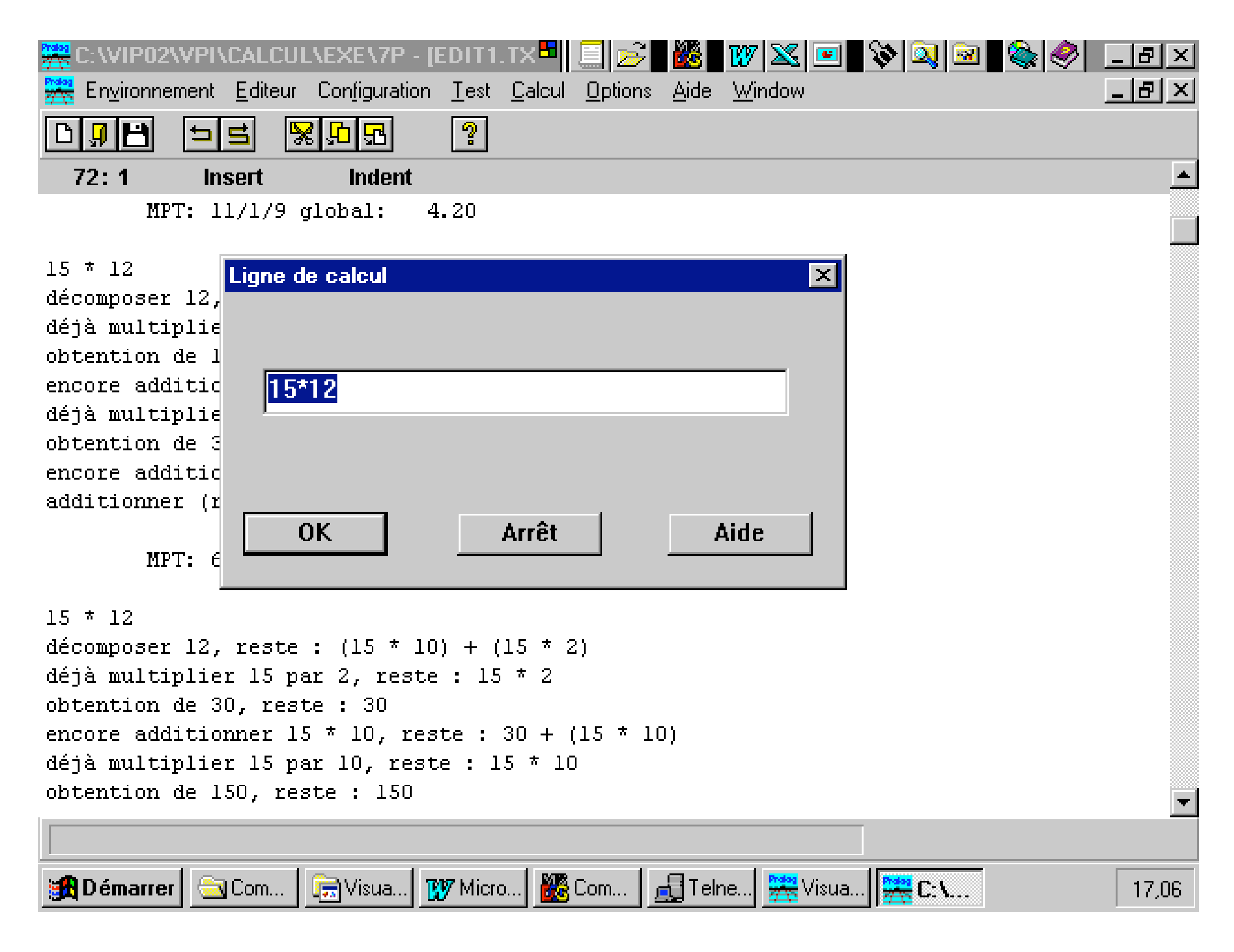
Mode d'emploi du logiciel CALCUL

CALCUL est un logiciel « expert » qui simule des procédés de calcul « raisonné » (calcul mental). Un certain nombre de paramètres permet d'ajuster les procédures utilisées.



L'automate

L'automate sert à générer des manières de calculer mentalement. Le calcul à étudier est entré en activant la rubrique 'Expert' du menu 'Calcul'

En donnant 54+27dans la ligne de calcul, le système va proposer un certain nombre de procédures possibles; en voici une parmi plusieurs:

54 + 27
considérer 50, reste : 50 + 27 + 4
déjà additionner 50 et 27, reste : 50 + 27
additionner 50 et 27, reste : 77
encore additionner 4, reste : 77 + 4
emprunter à 4, reste : 80 + 1
additionner 80 et 1, reste : 81

MPT: 5/6/7 global: 19.23

Même chose pour 5 * 15:

*5 * 15*
*décomposer 15, reste : (5 * 10) + (5 * 5)*
*déjà multiplier 5 par 10, reste : 5 * 10*
obtention de 50, reste : 50
*encore additionner 5 * 5, reste : 50 + (5 * 5)*
*cumuler 50, reste : 5 * 5*
obtention de 25, reste : 25
cumuler 20, reste : 5
reprise, reste : 70 + 5
additionner (digit) 70 et 5, reste : 75

MPT: 10/4/8 global: 6.43

Dans ces procédures, on voit la suite des opérations effectuées (les opérations disponibles et leur signification sont données ci-dessous). A la fin de ce protocole figurent les coefficients MPT qui représentent la "charge" que représente le calcul. M est la charge en mémoire, P en processus. T représente le nombre d'opérations différentes. Ces trois coefficients peuvent être combinés pour donner une charge globale. Dans les deux exemples, la formule utilisée est a sqrt(T)M + bP. Dans le premier exemple, les coefficients de pondération a et b valent les deux 1. Dans le deuxième exemple, ils valent respectivement 0.1 et 0.9 ce qui donne un coefficient global correspondant au temps mis par un calculateur moyen !

Les procédures sont fournies en fonction de certaines connaissances supposées du calculateur. Ces connaissances sont introduites à l'aide de la rubrique 'Paramètres' du menu 'Configuration'. Ces paramètres peuvent être conservés à l'aide des rubriques 'Ouvrir', 'Sauver', 'Sauver sous' du menu 'Environnement'.

Des 'Options' dirigent la présentation des résultats. La rubrique 'Tri' présente les résultats dans l'ordre croissant de difficulté. Si la rubrique 'Etat des calculs' est activée, la liste des opérations effectuées est accompagnée de l'état du calcul. La rubrique 'Calcul direct' supprime de la liste les procédures qui, vraisemblablement, peuvent être remplacées par un appel direct à la mémoire. Il est recommandé d'activer ces deux dernières options.

Les paramètres

Paramètres

Formule
a*M*rac(T)+b*P   a*M+b*P+c*T
1   1

+2;+3;+4;+5;+6;+7;+8;+9;+10

(x * 10)

☑ Syst. pos.   ☑ Comass+   ☐ Comass*   ☐ Rev. add.   ☐ Rev. mult.
☐ Distribut.   ☐ Nomb. rel.   ☑ Compens+   ☐ Compens*   ☐ Reg. signe

Profondeur 10   Temps de base 50   Age 0

OK   Contrôle   Arrêt   Aide

La première ligne représente les coefficients de pondération utilisés pour calculer la charge totale d'un calcul. Il y a deux formules possibles. La première est recommandée.

La case qui suit contient tous les nombres noyaux; c'est-à-dire tous les nombres dont les décompositions sont connues soit de manière additive : +10, soit de manière multiplicative : *20.

Ensuite sont présentés les calculs qui sont mémorisés. Ici x * 10 représente tous les produits de nombres par 10 (x représente n'importe quel nombre). Les lettres autres que x représente des digits. Ainsi, la connaissance du livret : 2*4 ; 5*6, etc., sera symbolisée par a*a. Ces couples sont des nombres amis ! On pourrait compléter par d'autres couples plus disparates: 45 + 55, 50+50, etc.

Les cases à cocher représentent les concepts supposés connus : système positionnel, commutativité et associativité de l'addition, mêmes propriétés de la multiplication, distributivité de l'addition par rapport à la multiplication, nombres relatifs (savoir que l'on peut considérer en cours de calcul le nombre -10 !), réversibilité pour l'addition (pouvoir utiliser les tables "à l'envers"), idem pour la multiplication, compensation additive (savoir que 12 + 8 = 10 + 10), même chose pour la multiplication (4 * 25 = 2 * 50) et la règle des signes.

La profondeur indique le nombre maximum d'opérations que l'on permet d'effectuer. Il ne faut pas indiquer des nombres trop grands (commencer par 7, par exemple).

L'utilité du temps de base sera vu à propos des diagnostics.

En indiquant l'âge (en année), le tableau sera complété par des coefficients standard (ceci n'est pas encore en fonction, par contre il est possible de charger des environnements: 1p, 3p, ...).

Les opérations

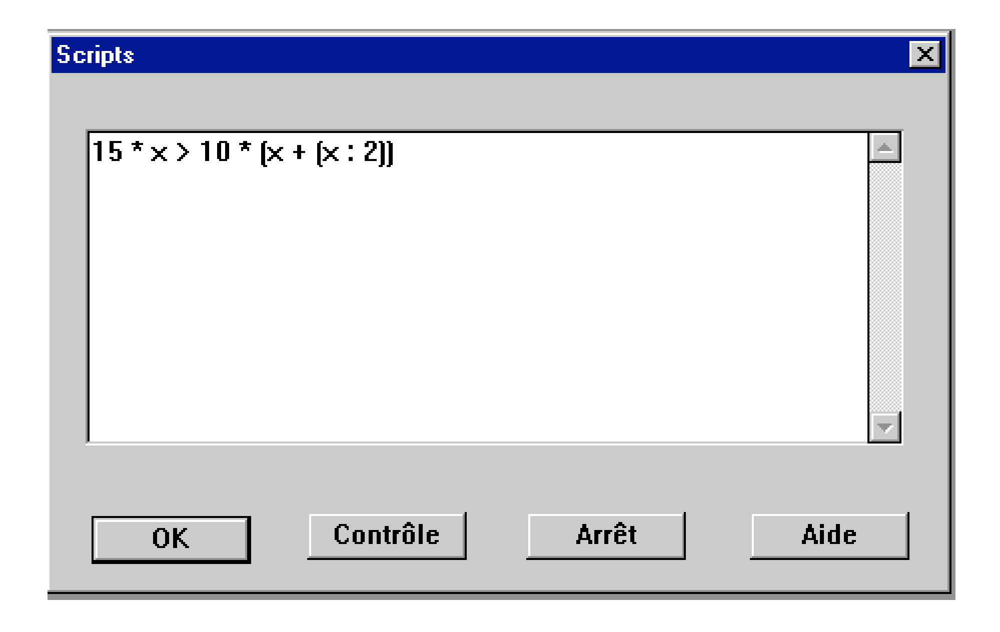
Les opérations effectuées par l'automate sont résumées dans le tableau ci-dessous, la première colonne est un nom symbolique utilisé dans le calculateur, la seconde colonne contient l'expression qui sera affichée dans l'indication des procédures, la troisième colonne contient une brève explication.

Nom symbolique	**Expression**	**Signification**
Opération utilitaires		
cestfini	-	Permet au système de voir que la solution a été trouvée.
null(NOMBRE)	opération nulle	Indique une opération faisant intervenir un élément neutre.
Obtenir(NOMBRE,_,_,_)	obtention de	Le résultat a été obtenu directement par appel à la mémoire sans autres essais !
Méta-opérations (ne sont mises en œuvre que dans certains cas)		
deja_additionner_plus(_,_,_) , deja_additionner_mult(_,_,_) ; deja_additionner_minus(_,_,_) ;	déjà additionner	Lorsque l'opération contient plus de deux termes ou facteurs !
deja_soustraire_plus(_,_,_); deja_soustraire_minus(_,_,_) ; deja_soustraire_minus2(_,_,_); etc.	déjà soustraire	Lorsque l'opération contient plus de deux termes. On distingue : 10 - 4 - 2 et 10 - (4-2)
deja_multiplier_mult(_,_,_) ; etc.	déjà multiplier	Lorsque l'opération contient plus de deux termes ou facteurs !
encore_additionner(_); encore_soustraire(_); encore_soustraire2(_) ; encore_multiplier(_)	encore ...	Complément aux opérations précédentes.
permuter_add	permuter	Permutation de deux termes.
Permuter_mult	permuter	Permutation de deux facteurs.
Regrouper_add	regrouper	Regrouper deux termes qui vont "bien" ensemble.
regrouper_mult	regrouper	Regrouper deux facteurs qui vont "bien" ensemble.
Utilisation d'un registre de mémoire		
reprise ; reprise0	reprise	Le nombre en mémoire de travail (registre) est repris.
Cumuler_2; cumuler_1; cumuler0; cumuler01; cumuler1; cumuler2 ; cumuler3	cumuler	Additionner dans le registre qui est une "case" particulière de la mémoire de travail.
Manipulations additives		
emprunter1(_,_); emprunter2(_,_); emprunter3(_) ;	emprunter à ... emprunter à ... emprunter	Emprunter au 1e ou au 2e nombre. Un emprunt est fait pour se ramener à des nombres amis.
Considerer(_) ; considerer2(_,_) ; considerer3(_,_) ; considererb(_) ; considerer2b(_,_) ; considerer3b(_,_)	considérer	Un des facteurs ou termes est remplacé par un nombre proche, "bien" connu !

Manipulations soustractives		
grignoter(_,_)) ; grignoter2(_,_) ;	grignoter	31 - 22 -> 30 - 21
compenser(_,_) ;	compenser	24 - 19 -> 25 - 20
evaporer ;	diminuer l'ordre	23-12 -> 13 - 2
decomposer_minus ;	décomposer	136 - 24 -> (130 - 20) + (6-4)
Manipulations multiplicatives		
decomposer1(_) ; decomposer2(_) ; decomposer3(_)	décomposer	24 x 12-> 20 x 12 + 4 x 12
extraire_f(_) ;	regrouper le facteur	4 * 12 -> 2 * 24
Manipulations avec nombres négatifs		
negliger_minus ;	travailler positivement	A la place de -(8-1) on considère 8-1
opposer1	rechanger le signe	Complément à l'opération précédente.
opposer2	changer le signe	24 - 36 -> - (36-24)
Opérations de base		
additionner(METHODE,_,_)	additionner direct | digit | reduc | plus1 | rev | trapper	direct : recours à MLT digit : somme digit à digit (lorsque les nombres sont visibles) reduc : suppression des zéros plus1 : répétition de +1 rev: recours à MLT avec réversibilité trapper : non prévu
soustraire(METHODE,_,_)	soustraire	mêmes nuances
multiplier(METHODE,_,_)	multiplier	mêmes nuances
diviser(METHODE,_,_)	diviser	mêmes nuances

Paramètres avancés

Il est possible d'ajouter des scripts, c'est-à-dire des procédés de calcul élaborés tel que celui par exemple de la multiplication par 15. Pour utiliser cette option, il faut activer la rubrique 'scripts' du menu 'Configuration'. Les scripts s'écrivent séparés par des ';'. Il sont composés de deux parties, séparées par le signe >. A gauche figure un calcul original et à droite le calcul de remplacement.



L'éditeur

Les paramètres peuvent être 'affichés' dans un éditeur. De même, les résultats d'une expertise sont affichés dans un éditeur. Ces données peuvent être imprimées, sauvegardées et rechargées à l'aide des rubriques correspondantes du menu 'Environnement'.

Réalisation de diagnostics

Cette partie permet de mettre en évidence les nombres connus par un calculateur à partir des résultats obtenus à de petits tests de calcul. Les calculs sont préparés dans l'éditeur puis sauvés à l'aide de la rubrique 'Sauver' du menu 'Test'. D'autres rubriques permettent de recharger des calculs préparés ou d'introduire des modifications. Les calculs sont entrés les uns à la suite des autres. Ils sont séparés par ";". Un diagnostic est réalisé à l'aide de la rubrique 'Diagnostic' du menu 'Calcul'.

Travaux pratiques

Génération de calculs: aspect qualitatif

Pour quelques calculs, relever les procédures de calcul mental utilisées par des humains (par introspection ou en interviewant un collègue ou des élèves). Comparer ces procédures à celles fournies par l'automate en faisant varier quelques paramètres (nombres noyau ou amis, concepts). Quelles sont les procédures qui se retrouvent, quelles sont celles oubliées par l'automate, quelles sont celles fournies par l'automate qui paraissent irréalistes (voire qui conduisent à un résultat erroné) ?

Génération de calculs: aspect quantitatif

Chronométrer le temps mis par un calculateur humain pour effectuer quelques calculs. En déduire les coefficients de pondération a et b. Vérifier dans quelle mesure les coefficients obtenus servent à prédire les temps nécessaire pour effectuer d'autres calculs.

Diagnostic

Préparer dix calculs qui devraient mettre en évidence la bonne connaissance de 10.

Préparer dix calculs qui devraient mettre en évidence la possession du concept du système de numération (ordre de grandeur la dizaine).

Idem pour la "compensation" additive.

L.-O. Pochon, v0.9, 1997

Annexe, quelques exemples supplémentaires (niveau 7p)

Exemple tiré lors de la mise au point avec une erreur (oubli de la fermeture du registre)

31 - 18
diminuer l'ordre, reste : 21 - 8
cumuler 20, reste : 1 - 8
changer le signe, reste : -(8 - 1)
travailler positivement, reste : 8 - 1
obtention de 7, reste : 7
reprise, reste : 20 + 7
additionner (digit) 20 et 7, reste : 27
rechanger le signe, reste : -27 MPT: 10/2/7 global: 4.45

31 - 18
diminuer l'ordre, reste : 21 - 8
grignoter 21, reste : 20 - (8 - 1)
déjà soustraire 1 à 8, reste : 8 - 1
obtention de 7, reste : 7
encore soustraire 20, reste : 20 - 7
obtention de 13, reste : 13 MPT: 6/2/6 global: 3.27

Quelques exemples plus complexes

112 + (112 : 2)
déjà diviser 112 et 2, reste : 112 : 2
On utilise : 112 = 100 + 10 + 2, reste : (100 : 2) + (12 : 2)
déjà diviser 100 et 2, reste : 100 : 2
diviser (reduc) 100 et 2, reste : 50
encore additionner 12 : 2, reste : 50 + (12 : 2)
cumuler 50, reste : 12 : 2
diviser (direct) 12 et 2, reste : 6
reprise, reste : 50 + 6
additionner (nom) 50 et 6, reste : 56
encore additionner 112, reste : 56 + 112
additionner (digit) 56 et 112, reste : 168 MPT: 8/6/11 global: 8.05

15 * 112
décomposer 112, reste : (15 * 100) + (15 * 12)
déjà multiplier 15 par 12, reste : 15 * 12
décomposer 12, reste : (15 * 10) + (15 * 2)
déjà multiplier 15 par 10, reste : 15 * 10
obtention de 150, reste : 150
encore additionner 15 * 2, reste : 150 + (15 * 2)
cumuler 150, reste : 15 * 2
obtention de 30, reste : 30
reprise, reste : 150 + 30
additionner (reduc) 150 et 30, reste : 180
encore additionner 15 * 100, reste : 180 + (15 * 100)
cumuler 180, reste : 15 * 100
obtention de 1500, reste : 1500
reprise, reste : 180 + 1500
cumuler 1500, reste : 180
cumuler 100, reste : 80
reprise, reste : 1600 + 80
additionner (nom) 1600 et 80, reste : 1680 MPT: 15/6/15 global: 11.21

10 * (112 + (112 : 2))
déjà calculer 112 + (112 : 2) , reste : 112 + (112 : 2)

déjà diviser 112 et 2, reste : 112 : 2
On utilise : 112 = 100 + 10 + 2, reste : (100 : 2) + (12 : 2)
déjà diviser 12 et 2, reste : 12 : 2
diviser (direct) 12 et 2, reste : 6
encore additionner 100 : 2, reste : 6 + (100 : 2)
déjà diviser 100 et 2, reste : 100 : 2
diviser (reduc) 100 et 2, reste : 50
encore additionner 6, reste : 50 + 6
additionner (nom) 50 et 6, reste : 56
encore additionner 112, reste : 56 + 112
additionner (digit) 56 et 112, reste : 168
encore multiplier par 10, reste : 10 * 168
obtention de 1680, reste : 1680 MPT: 10/8/15 global: 11.07

Exemple avec un script

15 * 12
remplacer par 10 * (12 + (12 : 2)), reste : 10 * (12 + (12 : 2))
déjà calculer 12 + (12 : 2) , reste : 12 + (12 : 2)
cumuler 12, reste : 12 : 2
diviser (direct) 12 et 2, reste : 6
reprise, reste : 12 + 6
obtention de 18, reste : 18
encore multiplier par 10, reste : 10 * 18
obtention de 180, reste : 180 MPT: 8/1/8 global: 3.16

15 * 12
permuter deux facteurs, reste : 12 * 15
regrouper le facteur 2, reste : 6 * 2 * 15
déjà calculer 2 * 15 , reste : 2 * 15
obtention de 30, reste : 30
encore multiplier par 6, reste : 6 * 30
multiplier (reduc) 6 et 30, reste : 180 MPT: 6/2/7 global: 3.39

15 * 12
décomposer 12, reste : (15 * 10) + (15 * 2)
déjà multiplier 15 par 10, reste : 15 * 10
obtention de 150, reste : 150
encore additionner 15 * 2, reste : 150 + (15 * 2)
déjà multiplier 15 par 2, reste : 15 * 2
obtention de 30, reste : 30
encore additionner 150, reste : 30 + 150
additionner (reduc) 30 et 150, reste : 180 MPT: 6/4/8 global: 5.30